



# Informe de Monitoreo y Caracterización de Fuentes Fijas de Emisión No Significativas

## Proyecto “Mina de Cobre Panamá”

Preparado para:

Minera  Panamá



Noviembre, 2018

## Informe de Monitoreo y Caracterización de Fuentes Fijas No Significativas

Proyecto  
"Mina de Cobre Panamá"

Preparado para:

Minera  Panamá

Elaborado por:



Noviembre, 2018

|                                                                                                                                  |                |                    |                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|----------------|
| <br>CORPORACION DE DESARROLLO AMBIENTAL, S.A. | Elaborado por: | Revisado por:      | Aprobado por:  |
|                                                                                                                                  |                |                    |                |
|                                                                                                                                  | Responsable    | Control de calidad | Gerencia       |
| Idoneidad<br>DIVEDA-AA-003-2012/ Act.<br>2018                                                                                    | Jorge Ortega   | Roy Quintero       | Karina Guillén |

## ÍNDICE

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCCIÓN .....                                                                      | 4  |
| 1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA Y DE LA GESTIÓN AMBIENTAL DESARROLLADA POR LA EMPRESA. .... | 4  |
| 2. OBJETIVO GENERAL .....                                                                  | 4  |
| 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                                             | 5  |
| 4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES FIJAS.....                                                | 5  |
| 5. UBICACIÓN DE LAS FUENTES FIJAS.....                                                     | 5  |
| 5.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA CIRCUNDANTE.....                                                  | 5  |
| 6. PERSONAL ENCARGADO DE LAS MEDICIONES .....                                              | 6  |
| 7. ASPECTO METODOLÓGICO.....                                                               | 6  |
| 8. RESULTADOS.....                                                                         | 8  |
| 8.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS .....                                                           | 8  |
| 8.2 EMISIONES DE FUENTES FIJAS (OPACIDAD) .....                                            | 9  |
| 9. CONCLUSIÓN .....                                                                        | 16 |
| 10. RECOMENDACIÓN .....                                                                    | 16 |
| 11. BIBLIOGRAFÍA .....                                                                     | 16 |
| ANEXOS.....                                                                                | 17 |
| ANEXO 1. MAPA DE UBICACIÓN.....                                                            | 18 |
| ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO .....                                                        | 19 |
| ANEXO 3. INFORME DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN .....                               | 50 |
| ANEXO 4. ESCALAS DE BACHARACH Y RINGELMANN .....                                           | 52 |
| ANEXO 5. CERTIFICADO DEL PERSONAL TÉCNICO.....                                             | 55 |
| ANEXO 6. CERTIFICADO DE REGISTRO PÚBLICO .....                                             | 56 |
| ANEXO 7. CADENAS DE CUSTODIA .....                                                         | 57 |

## **1. INTRODUCCIÓN**

La contaminación del aire incluye elementos de origen natural y emisiones resultantes de actividades humanas. Los contaminantes atmosféricos pueden ser compuestos gaseosos, aerosoles o material particulado. Entre los contaminantes gaseosos se encuentran el ozono, los óxidos de azufre y de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono y compuestos volátiles orgánicos e inorgánicos. Entre las diferentes fuentes de emisiones a la atmósfera podemos distinguir dos grandes tipos: las fuentes fijas y las móviles, las cuales se describen a continuación (INEC 2007).

Las fuentes fijas son las fuentes industriales estacionarias que generan emisiones desde puntos estacionarios (por ejemplo, chimeneas o respiraderos). Los efectos en la salud humana por exposición a material particulado, NO<sub>x</sub> y SO<sub>2</sub>, incluyen afectaciones en el sistema respiratorio y cardiovascular principalmente (Henry y Heinke 1999).

Como parte del cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, se presenta el Informe de Monitoreo y Caracterización de Fuentes Fijas No Significativas, que incluye el monitoreo de las emisiones en 89 generadores del proyecto “Mina de Cobre Panamá”.

### **1.1 Antecedentes de la empresa y de la gestión ambiental desarrollada por la empresa.**

El Estudio de Impacto Ambiental y Social (EsIA) Categoría III del Proyecto “Mina de Cobre Panamá”, se presentó a la Autoridad Nacional del Ambiente (actualmente Ministerio de Ambiente), el 10 de septiembre de 2010 y se admitió en la fase de evaluación y análisis el 17 de septiembre de 2010. Previo al cumplimiento de las formalidades y requisitos legales que establece la legislación panameña, el Ministerio de Ambiente aprobó mediante la Resolución DIEORA IA 1210-2011 del 28 de diciembre de 2011 dicho estudio y su consecuente viabilidad ambiental y social.

EL sistema de Gestión Ambiental de la empresa Minera Panamá, S.A., se encuentra en la implementación de los 370 compromisos establecidos en el Plan de Manejo Ambiental del EsIA Categoría III. Comprometida con las buenas prácticas de la Industria Minera, la promotora implementa una Política Ambiental Corporativa. Cabe mencionar que el sistema de gestión ambiental está integrado por 4 grupos principales: Monitoreo Ambiental, Biodiversidad, Reforestación y Restauración, Supervisión y Control.

## **2. OBJETIVO GENERAL**

Medir los niveles de opacidad de los gases emitidos por los generadores eléctricos del proyecto “Mina de Cobre Panamá”.



### 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar y monitorear las emisiones de las fuentes fijas no significativas del proyecto Mina de Cobre Panamá.
- Analizar los resultados de las mediciones de opacidad según el Método Ringelmann.
- Comparar los resultados de los monitoreos con los niveles máximos permisibles que establecen el Decreto Ejecutivo N° 5 del 4 de febrero del 2009.

### 4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES FIJAS

Tabla 1. Datos generales del proyecto

|                                        |                                                                                                    |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Proyecto</b>                        | Mina de Cobre Panamá                                                                               |
| <b>Nombre o Razón Social</b>           | Minera Panamá, S.A. (MPSA)                                                                         |
| <b>Representante legal</b>             | Philip Pascal                                                                                      |
| <b>Persona de contacto</b>             | Ing. Gumerindo H. Castro                                                                           |
| <b>Teléfono de contacto</b>            | 6949-7070                                                                                          |
| <b>Dirección</b>                       | Corregimiento de Coclé del Norte y San José del General, Distrito de Donoso y provincia de Panamá. |
| <b>Certificado de Registro Público</b> | Ver anexo 6                                                                                        |

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2018

### 5. UBICACIÓN DE LAS FUENTES FIJAS

Las fuentes fijas no significativas muestreadas se encuentran dentro de las instalaciones del proyecto Mina de Cobre Panamá, ubicadas en el Distrito de Donoso, Provincia de Colón (ver anexo 1. Mapa de ubicación).

#### 5.1 Descripción del área circundante

El área del proyecto se encuentra en una zona densamente boscosa, agreste y de escasa población, que se extiende desde el norte de la Cordillera Central (divisoria continental), hasta la costa del Caribe. El área donde se ubica la mina se caracteriza por tener una topografía ondulada y pronunciada, con altitudes que alcanzan los 400 metros (m), y está cubierta por bosques tropicales. Hacia la costa, el terreno es menos pronunciado, y la altitud disminuye hasta el nivel del mar.

## 6. PERSONAL ENCARGADO DE LAS MEDICIONES

Tabla 2. Personal encargado de las mediciones

| Nombre         | Cédula     | Firma | Idoneidad            |
|----------------|------------|-------|----------------------|
| Jorge Ortega   | 2-718-1594 |       | CT Idoneidad No.0599 |
| Ángel Credidio | 9-741-337  |       | -                    |

Fuente: Trabajo de campo. CODESA, 2018

## 7. ASPECTO METODOLÓGICO

El instrumento utilizado es un opacímetro de flujo parcial o muestreo (Testo 338), el cual analiza una fracción del humo que pasa por el escape (ver imagen 1).



Imagen 1. Testo 338

El principio de funcionamiento del Testo 338, se basa en la medición de la atenuación de la intensidad de radiación visible por absorción y dispersión de humo. El LED blanco irradia luz sobre la mancha de hollín con una determinada intensidad. El fotodiodo determina el grado de ennegrecimiento del papel en función de la intensidad de la luz reflejada. Cuanto más hollín se haya acumulado sobre el papel de filtro, menos luz se refleja.

La opacidad resultante, se puede comparar con dos sistemas que establecen escalas de comparación visual:

- Escala Ringelmann: consiste en 6 patrones de comparación que van desde el blanco total al negro absoluto. Están trazados sobre una cartulina con rejillas en color negro que ocupan, el 20, 40, 60, 80 y 100 % de la superficie, equivalente a los Números 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente. El color de la emisión se compara visualmente de forma repetida con los diversos patrones hasta determinar el Número de la escala en que se encuentra la muestra, para compararla con la normativa aplicable.
- Escala de Bacharach: posee 10 patrones distintos, numerados del 0 al 9. El aparato empleado para la toma de muestras es una especie de bomba de aspiración, que succiona los gases,

pasando éstos a través de un papel de filtro colocado transversalmente, sobre el que se forma una mancha que posteriormente se compara con la escala de patrones (0 -9), obteniéndose el resultado por similitud de la mancha (Crespo 2008).

Para efectuar la medición de opacidad a través de la concentración de material particulado se utilizó el equipo Testo 338, a través de los siguientes pasos:

- Se estableció una muestra de 89 generadores de la población total de fuentes fijas existentes en el proyecto.
- Desarrollo de los monitoreos por un periodo de 30 segundos, en cada generador.
- Se compara el ennegrecimiento del filtro de cada fuente muestreada con la escala de Bacharach.
- El índice obtenido en la escala Bacharach se relacionó con la escala de Ringelmann mediante una relación de proporcionalidad o relación de lineal (ver tabla 3).

En la tabla 3 se muestra la Escala de Bacharach y su equivalencia con la escala de Ringelmann.

Tabla 3. Escala de Bacharach y su equivalencia con la escala de Ringelmann

| Escala Bacharach | Escala de Rigelmann |
|------------------|---------------------|
| Tarjetas 2 y 3   | 20% (tarjeta 1)     |
| Tarjetas 4 y 5   | 40% (tarjeta 2)     |
| Tarjeta 6        | 60% (tarjeta 3)     |
| Tarjeta 7 y 8    | 80% (tarjeta 4)     |
| Tarjeta 9        | 100 % (tarjeta 5)   |

Fuente: Reglamento técnico ambiental para el control de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas, 2017. Adaptado por CODESA, 2018.

En la tabla 4 se presenta la información general de los equipos que se utilizaron para los monitoreos y algunos datos de las mediciones.

Tabla 4. Descripción de los equipos de monitoreo de concentración de hollín y emisiones gaseosas y datos de las mediciones

| Información Técnica            |                                                                                                                           |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Equipo empleado                | Testo 338<br>(medidor de concentración de hollín u opacidad)                                                              |
| Serie                          | 39402989                                                                                                                  |
| Fecha de la última calibración | 24 de mayo de 2018                                                                                                        |
| Normas aplicadas               | Decreto Ejecutivo N° 5 del 4 de febrero de 2009, “Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas” |
| Días de las mediciones         | 27, 28 y 29 de noviembre de 2018                                                                                          |
| Nombre del personal técnico    | Jorge Ortega y Ángel Credidio                                                                                             |

Fuente: Especificaciones de los equipos técnicos y data de trabajo de campo. CODESA, 2018 (ver el certificado de calibración en el anexo 3).

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Condiciones Climáticas

Durante los monitoreos se utilizó una estación meteorológica portátil para registrar los parámetros de las condiciones climáticas promedio, presentados en la siguiente tabla.

Tabla 5. Condiciones Climáticas promedio diarias de las mediciones

| Fecha      | Velocidad promedio<br>Km/h | Temperatura<br>promedio (°C) |
|------------|----------------------------|------------------------------|
| 27/11/2018 | 2.45                       | 30.35                        |
| 28/11/2018 | 1.96                       | 30.44                        |
| 29/11/2018 | 1.4                        | 28.70                        |

Fuente: Especificaciones de los equipos técnicos y data de trabajo de campo. CODESA, 2018 (ver el certificado de calibración en el anexo 3).

## 8.2 Emisiones de fuentes fijas (opacidad)

En la tabla 6 se presentan los datos obtenidos en las mediciones efectuadas de los niveles de opacidad.

Tabla 6. Resultados obtenidos del monitoreo y caracterización de fuentes fijas de emisión no significativas.

| Fecha    | Tipo de fuente | Marca        | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|----------|----------------|--------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
| 27/11/18 | Generador 1    | PRAMAC       | GS255                 | 977434 N/ 540536 E     | 9                   | 5                    | 1                                                  |
|          | Generador 2    | EXPERT POWER | GS134                 | 978399 N/ 539374 E     | 4                   | 2                    | 1                                                  |
|          | Generador 3    | CATERPILLAR  | GS204                 | 977764 N/ 537653 E     | 0                   | N.D. <sup>2</sup>    | 1                                                  |
|          | Generador 4    | KOHLER SDMO  | GS195                 | 977728 N/ 537645 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 5    | KOHLER SDMO  | GS019                 | 977529 N/ 537546 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
| 27/11/18 | Generador 6    | CATERPILLAR  | GS246                 | 977501 N/ 537578       | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 7    | VOLVO        | GS082                 | 977381 N/537534 E      | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 8    | CATERPILLAR  | GS168                 | 977377 N/ 537600 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 9    | PRAMAC       | GS256                 | 974423 N/ 538206 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |

<sup>1</sup> Decreto Ejecutivo No. 5 de 4 de febrero de 2009. “Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas”. Capítulo III, Caracterización de Emisiones al Aire de Fuentes Fijas No Significativas Existentes, Artículo 17. Donde 1 es el límite máximo permisible y equivale al 100%.

<sup>2</sup> N.D.: Valor no detectable. Se halla fuera de la escala de Ringelmann.

| Fecha    | Tipo de fuente | Marca        | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|----------|----------------|--------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
|          | Generador 10   | PRAMAC       | GS212                 | 975115 N/ 537866 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 11   | EXPERT POWER | GS133                 | 975754 N/ 536295 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 12   | -            | GS157                 | 975315 N/ 537126 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 13   | PRAMAC       | GS175                 | 975278 N/ 537467 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 14   | KOHLER SDMO  | GS450                 | 975461 N/ 537397 E     | 4                   | 2                    | 1                                                  |
|          | Generador 15   | DOOSAN       | LT112                 | 975462 N/ 537392 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 16   | KOHLER SDMO  | GS017                 | 976700 N/ 537059 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 17   | KOHLER SDMO  | GS119                 | 976673 N/ 537386 E     | 4                   | 2                    | 1                                                  |
|          | Generador 18   | WELL-TUF     | GS138                 | 977561 N/ 537310 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
| 27/11/18 | Generador 19   | CATERPILLAR  | GS143                 | 977471 N/ 537024 E     | 3                   | 1                    | 1                                                  |
|          | Generador 20   | CATERPILLAR  | GS142                 | 977821 N/ 537485 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 21   | CATERPILLAR  | GS188                 | 977602 N/ 537542 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 22   | KOHLER SDMO  | GS196                 | 978038 N/ 537737 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 23   | CATERPILLAR  | GS185                 | 978202 N/ 537462 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |

| Fecha    | Tipo de fuente | Marca        | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|----------|----------------|--------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
|          | Generador 24   | KOHLER SDMO  | GS059                 | 978354 N/ 537616 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 25   | OLYMPIAN     | GS098                 | 978497 N/ 537308 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 26   | OLYMPIAN     | GS002                 | 978300 N/ 537343 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 27   | KOHLER SDMO  | GS123                 | 978389 N/ 537195 E     | 3                   | 1                    | 1                                                  |
|          | Generador 28   | CATERPILLAR  | GS186                 | 978503 N/ 537907 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 29   | CATERPILLAR  | GS183                 | 978454 N/ 537952 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 30   | CATERPILLAR  | GS245                 | 978458 N/ 538020 E     | 2                   | 1                    | 1                                                  |
| 27/11/18 | Generador 31   | OLYMPIAN     | GS075                 | 978392 N/ 538107 E     | 2                   | 1                    | 1                                                  |
|          | Generador 32   | KOHLER SDMO  | GS151                 | 978643 N/ 538337 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 33   | EXPERT POWER | GS131                 | 978665 N/538400 E      | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 34   | CATERPILLAR  | GS166                 | 978700 N/ 538498 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
| 28/11/18 | Generador 35   | EXPERT POWER | GS132                 | 996052 N/ 533616 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 36   | PRAMAC       | GS171                 | 995961 N/ 533592 E     | 8                   | 4                    | 1                                                  |
|          | Generador 37   | CATERPILLAR  | GS177                 | 996092 N/ 533498 E     | 5                   | 2                    | 1                                                  |

| Fecha | Tipo de fuente | Marca       | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|-------|----------------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
|       | Generador 38   | FC WILSON   | GS115                 | 996541 N/ 533675 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 39   | KOHLER SDMO | GS120                 | 996691 N/ 533684 E     | 3                   | 1                    | 1                                                  |
|       | Generador 40   | KOHLER SDMO | GS118                 | 996787 N/ 533677 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 41   | OLYMPIAN    | GS069                 | 966998 N/ 533591 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 42   | VOLVO       | GS040                 | 995997 N/ 533996 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 43   | FG WILSON   | GS141                 | 995978 N/ 533817 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 44   | CATERPILLAR | GS179                 | 994645 N/ 533696 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 45   | PRAMAC      | GS002                 | 988350 N/ 539960 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 46   | CUMMINS     | GS140                 | 992360 N/ 532174 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 47   | KOHLER SDMO | GS230                 | 985770 N/ 536781 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 48   | PRAMAC      | GS238                 | 985397 N/ 536984 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 49   | PRAMAC      | GS229                 | 982214 N/ 539190 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 50   | CATERPILLAR | GS191                 | 979058 N/ 539342 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|       | Generador 51   | CATERPILLAR | GS243                 | 978689 N/ 539309 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |



| Fecha    | Tipo de fuente | Marca       | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|----------|----------------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
|          | Generador 52   | PRAMAC      | GS237                 | 978721 N/ 539140 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 53   | KOHLER SDMO | GS149                 | 978732 N/ 539137 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 54   | VOLVO       | GS038                 | 978859 N/ 539170 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 55   | KOHLER SDMO | GS128                 | 978970 N/ 539261 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
| 28/11/18 | Generador 56   | KOHLER SDMO | GS020                 | 978771 N/ 538579 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 57   | CATERPILLAR | GS163                 | 978505 N/ 539032 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 58   | CATERPILLAR | GS013                 | 978471 N/ 539121 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 59   | CATERPILLAR | GS192                 | 978774 N/ 539621 E     | 1                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 60   | CATERPILLAR | GS248                 | 978138 N/ 539859 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 61   | KOHLER SDMO | GS121                 | 978139 N/ 539865 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 62   | CATERPILLAR | GS202                 | 978128 N/ 539862 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 63   | CATERPILLAR | GS250                 | 978109 N/ 539833 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 64   | KOHLER SDMO | GS221                 | 997250 N/ 535238 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 65   | KOHLER SDMO | GS077                 | 997250 N/ 535246 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |

| Fecha    | Tipo de fuente | Marca       | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|----------|----------------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
| 29/11/18 | Generador 66   | VOLVO       | GS039                 | 983095 N/ 538799 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 67   | PRAMAC      | GS216                 | 982482 N/ 538520 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 68   | KOHLER SDMO | GS122                 | 983185 N/ 538600 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 69   | CATERPILLAR | GS169                 | 982625 N/ 537327 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 70   | CATERPILLAR | GS244                 | 982926 N/ 537335 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 71   | CATERPILLAR | GS180                 | 982923 N/ 537540 E     | 3                   | 1                    | 1                                                  |
|          | Generador 72   | KOHLER SDMO | GS054                 | 982126 N/ 534937 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 73   | KOHLER SDMO | GS037                 | 983063 N/ 538506 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 74   | CATERPILLAR | GS249                 | 978629 N/ 539841 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 75   | KOHLER SDMO | GS148                 | 978599 N/ 539828 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 76   | CATERPILLAR | GS146                 | 978562 N/ 539943 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 77   | PRAMAC      | GS224                 | 978488 N/ 539819 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 78   | VOLVO       | GS100                 | 978191 N/ 540185 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 79   | CATERPILLAR | GS181                 | 978183 N/ 540134 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |

| Fecha    | Tipo de fuente | Marca       | No. de identificación | Ubicación CUTM (WGS84) | Escala de Bacharach | Escala de Ringelmann | Límite máximo permisible por la norma <sup>1</sup> |
|----------|----------------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------------------------------|
|          | Generador 80   | CATERPILLAR | GS189                 | 977769 N/ 540209 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
| 29/11/18 | Generador 81   | CATERPILLAR | GS045                 | 977923 N/ 540239 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 82   | CATERPILLAR | GS181                 | 978042 N/ 540102 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 83   | PRAMAC      | GS182                 | 978075 N/ 540183 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 84   | CATERPILLAR | GS164                 | 978030 N/ 540165 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 85   | OLYMPIA     | GS014                 | 977832 N/ 539991 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 86   | PRAMAC      | GS257                 | 977004 N/ 540889 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 87   | CATERPILLAR | GS125                 | 972536 N/ 549779 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 88   | KOHLER SDMO | GS079                 | 976807 N/ 542155 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |
|          | Generador 89   | DENYO       | GS130                 | 976807 N/ 542156 E     | 0                   | N.D.                 | 1                                                  |

Fuente: Datos de campo. CODESA, 2018. Ver Escala de comparación en el anexo 4.

## 9. CONCLUSIÓN

Según los resultados obtenidos en los monitoreos de emisiones de opacidad realizados a 89 generadores eléctricos del proyecto “Mina de Cobre Panamá”, los generadores: 1 (GS255), 2 (GS134), 14 (GS450), 17 (GS119), 36 (GS171) y 37 (GS177) mostraron un nivel de opacidad por encima del límite permisible. Mientras que el resto de los generadores reflejaron valores por debajo el máximo que se establece en el Decreto Ejecutivo N° 5 del 4 de febrero de 2009, “Por el cual se dictan Normas Ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas”.

## 10. RECOMENDACIÓN

- Continuar con la realización de actividades dirigidas al mantenimiento frecuente de los motores de combustión.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- Crespo, E. (2008). Técnica de muestreos. Recuperado el 4 de Julio de 2016, de [api.eoi.es/api\\_v1\\_dev.php/fedora/asset/.../componente45769.pdf](http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/.../componente45769.pdf).
- E Instruments, 2016. Manual de operación del E8500 plus. Estados Unidos, 48 pp.
- Henry, JG; Heinke, GW. 1999. Ingeniería Ambiental. 2da. Edición. Pearson Prentice Hall, México. 788 p.
- INEC (Instituto Nacional de Ecología). 2007. Tipos y fuentes de contaminantes atmosféricos, México. Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/tipos.html>.
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas). 2009. Decreto ejecutivo N°5 del 4 de febrero de 2009 “Por el cual se dictan normas ambientales de Emisiones de Fuentes Fijas”. República de Panamá.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2017. Reglamento técnico ambiental para el control de las emisiones de contaminantes atmosféricos provenientes de fuentes fijas. República Dominicana. Disponible en: <http://ambiente.gob.do/wp-content/uploads/2017/01/REGLAMENTO-T%C3%89CNICO-AMBIENTAL-FUENTES-FIJAS-12-09-2017.pdf>
- Testo 338. 2014. Manual de instrucciones. Alemania, 38 p.

## **Anexos**

## **Anexo 1. Mapa de Ubicación**

## **Anexo 2. Registro Fotográfico**

A continuación, se presenta el reporte fotográfico de la ejecución de los monitoreos de fuentes fijas y concentración de hollín (opacidad) en 89 generadores del proyecto “Mina de Cobre Panamá”.



Imágenes 1 y 2. Mediciones efectuadas en el generador GS255



Imágenes 3 y 4. Vista de las mediciones en el generador GS134



Imágenes 5 y 6. Desarrollo de las mediciones en el generador GS204





Imágenes 7 y 8. Vista del personal efectuando las mediciones en el generador GS195



Imágenes 9 y 10. Desarrollo de las mediciones en el generador GS019



Imágenes 9 y 10. Desarrollo de las mediciones en el generador GS246





Imágenes 11 y 12. Vista del monitoreo en el generador GS082



Imágenes 13 y 14. Desarrollo de las mediciones en el generador GS168



Imágenes 15 y 16. Mediciones en el generador GS256





Imágenes 17 y 18. Desarrollo de las mediciones en el generador GS212



Imágenes 17 y 18. Vista del personal realizando el monitoreo de fuentes fijas al generador GS133



Imágenes 19 y 20. Monitoreo en el generador GS157





Imágenes 21 y 22. Medición de fuentes fijas al generador GS175



Imágenes 23 y 24. Desarrollo de las mediciones en el generador GS450



Imágenes 25 y 26. Desarrollo de las mediciones en el generador LT112





Imágenes 27 y 28. Desarrollo de las mediciones en el generador GS017



Imágenes 29 y 30. Desarrollo de las mediciones en el generador GS119



Imágenes 31 y 32. Vista del generador GS138





Imágenes 33 y 34. Desarrollo de las mediciones en el generador GS143



Imágenes 35 y 36. Desarrollo de las mediciones en el generador GS142



Imágenes 37 y 38. Desarrollo de las mediciones en el generador GS188





Imágenes 39 y 40. Desarrollo del monitoreo en el generador GS196



Imágenes 41 y 42. Desarrollo de las mediciones en el generador GS185



Imágenes 43 y 44. Medición de fuentes fijas al generador GS059





Imágenes 45 y 46. Desarrollo de las mediciones en el generador GS098



Imágenes 47 y 48. Desarrollo de las mediciones en el generador GS002



Imágenes 49 y 50. Desarrollo de las mediciones en el generador GS123





Imágenes 51 y 52. Desarrollo del monitoreo en el generador GS186

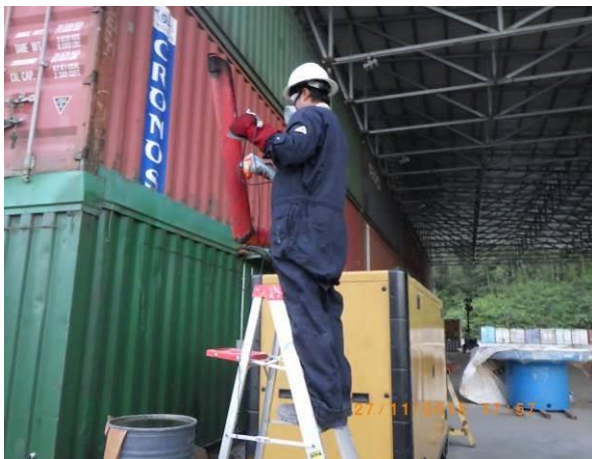


Imágenes 53 y 54. Mediciones en el generador GS183



Imágenes 55 y 56 Monitoreo de fuentes fijas al generador GS245





Imágenes 57 y 58. Desarrollo de las mediciones en el generador GS075



Imágenes 59 y 60. Vista de las mediciones en el generador GS151



Imágenes 61 y 62. Medición al generador GS131





Imágenes 63 y 64. Monitoreo de fuentes fijas al generador GS166



Imágenes 65 y 66. Medición al generador GS132



Imágenes 67 y 68. Desarrollo de las mediciones en el generador GS171





Imágenes 69 y 70. Vista del generador GS177



Imágenes 71 y 72. Desarrollo de las mediciones en el generador GS115



Imágenes 73 y 74. Desarrollo de las mediciones en el generador GS120





Imágenes 75 y 76. Desarrollo de las mediciones en el generador GS118



Imágenes 77 y 78. Desarrollo de las mediciones en el generador GS069



Imágenes 79 y 80. Desarrollo de las mediciones en el generador GS040





Imágenes 81 y 82. Vista del monitoreo al GS141



Imágenes 83 y 84. Desarrollo del monitoreo al generador GS179



Imágenes 85 y 86. Medición al generador GS002





Imágenes 87 y 88. Desarrollo de las mediciones en el generador GS140



Imágenes 89 y 90. Desarrollo de las mediciones en el generador GS230



Imágenes 91 y 92. Desarrollo de las mediciones de fuentes fijas en el generador GS238





Imágenes 93 y 94. Desarrollo de las mediciones en el generador GS229



Imágenes 95 y 96. Medición al generador GS191



Imágenes 97 y 98. Monitoreo de fuentes fijas al generador GS243





Imágenes 99 y 100. Desarrollo de las mediciones en el generador GS237



Imágenes 101 y 102. Desarrollo de las mediciones en el generador GS149



Imágenes 103 y 104. Desarrollo de los monitoreos en el generador GS038





Imágenes 105 y 106. Medición de fuentes fijas al generador GS128

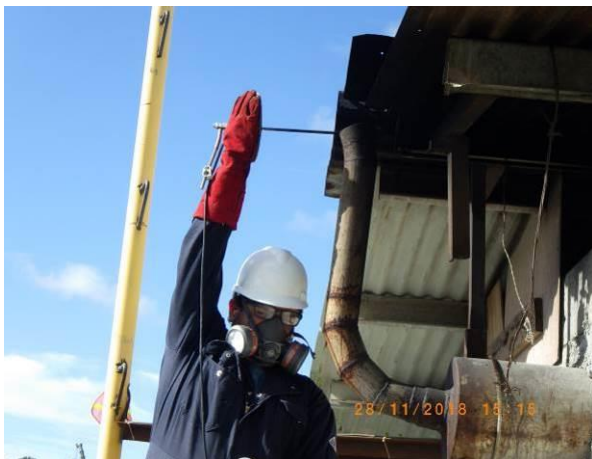


Imágenes 107 y 108. Desarrollo de las mediciones en el generador GS020



Imágenes 109 y 110. Desarrollo de las mediciones en el generador GS163





Imágenes 111 y 112. Desarrollo de las mediciones en el generador GS013

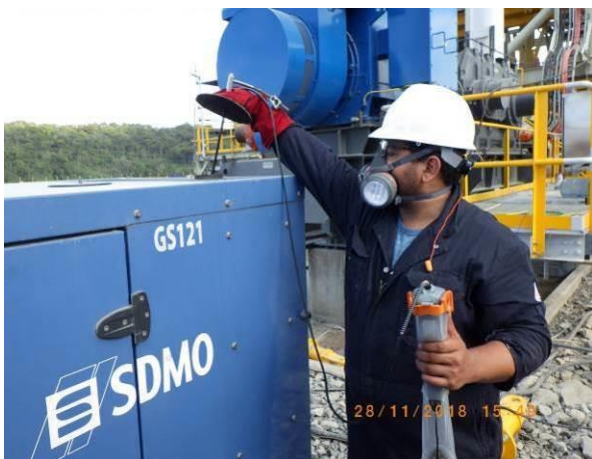


Imágenes 113 y 114. Monitoreo de fuentes fijas al generador GS192



Imágenes 115 y 116. Desarrollo de las mediciones en el generador GS248





Imágenes 117 y 118. Desarrollo de los monitoreos en el generador GS121



Imágenes 119 y 120. Desarrollo de las mediciones en el generador GS202



Imágenes 121 y 122. Desarrollo de las mediciones en el generador GS250





Imágenes 123 y 124. Mediciones de fuentes fijas en el generador GS221



Imágenes 125 y 126. Desarrollo de las mediciones en el generador GS077



Imágenes 127 y 128. Vista del monitoreo de fuentes fijas al generador GS039





Imágenes 129 y 130. Vista de las mediciones en el generador GS216



Imágenes 131 y 132. Desarrollo de las mediciones en el generador GS122



Imágenes 133 y 134. Medición al generador GS169





Imágenes 135 y 136. Vista de las mediciones al generador GS244



Imágenes 137 y 138. Vista del generador GS180



Imágenes 139 y 140. Desarrollo de los monitoreos en el generador GS054





Imágenes 141 y 142. Desarrollo de las mediciones en el generador GS037



Imágenes 143 y 144. Vista del generador GS249



Imágenes 145 y 146. Desarrollo de las mediciones en el generador GS148





Imágenes 147 y 148. Desarrollo de las mediciones en el generador GS146



Imágenes 149 y 150. Vista del generador GS224



Imágenes 151 y 152. Desarrollo de las mediciones en el generador GS100





Imágenes 153 y 154. Desarrollo de las mediciones en el generador GS181



Imágenes 155 y 156. Desarrollo de las mediciones en el generador GS189



Imágenes 157 y 158. Desarrollo de las mediciones en el generador GS045





Imágenes 159 y 160. Desarrollo de las mediciones en el generador GS181



Imágenes 161 y 162. Monitoreo de fuentes fijas en el generador GS182



Imágenes 163 y 164. Medición al generador GS164





Imágenes 165 y 166. Desarrollo de las mediciones en el generador GS014



Imágenes 167 y 168. Desarrollo de las mediciones en el generador GS257



Imágenes 169 y 170. Desarrollo de las mediciones en el generador GS125





Imágenes 171 y 172. Desarrollo de las mediciones en el generador GS079



Imágenes 173 y 174. Desarrollo de las mediciones en el generador GS130

### **Anexo 3. Informe de calibración del equipo de medición**



## Informe de Calibración de los Equipos de Medición

### Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity • Protocole d'étalonnage  
Certificato di taratura • Informe de calibración

We measure it.



Gerät / Module type / Type de modèle /  
Prodotto / Modelo:  
Serien-Nr. / Serial no. / No. de série /  
No. Serie strumento / Número de serie:

**T338 (0632 3382)**

**39402989**

| Sollwert<br>Reference<br>Référence<br>Valore campione<br>Referencia | Istwert<br>Actual Value<br>Valeur effective<br>Valore misurato<br>Valor medido | zulässige Abweichung<br>Permissible deviation<br>Différence admissible<br>Scostamento ammesso<br>Desviació permitida |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Rußkonzentration / Soot concentration / Concentración de hollín /  
Concentration de rouille / Concentramento fuliggine:

|                        |                        |                         |
|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 2.80 mg/m <sup>3</sup> | 2.82 mg/m <sup>3</sup> | ±1.50 mg/m <sup>3</sup> |
|------------------------|------------------------|-------------------------|

FSN:

|      |      |       |
|------|------|-------|
| 0.20 | 0.20 | ±0.08 |
|------|------|-------|

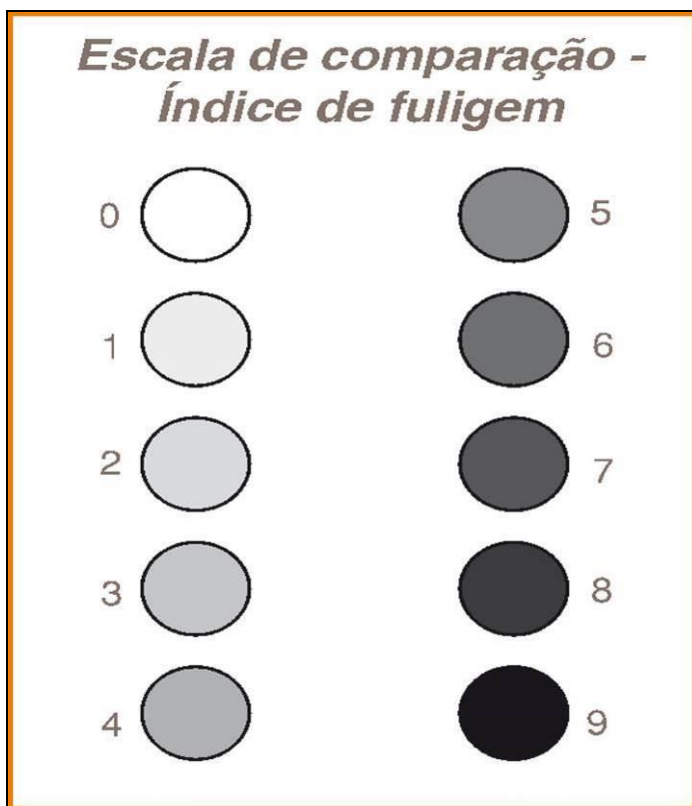
24.05.2018  
Datum / Date /  
Date / Data/  
Fecha

258  
Prüfer / Inspector /  
Vérificateur / Verificatore /  
Verificador

#### **Anexo 4. Escalas de Bacharach y Ringelmann**



Escala de Bacharach



Escala de Ringelmann





## **Anexo 5. Certificado del personal técnico**

## **Anexo 6. Certificado de Registro Público**



## **Anexo 7. Cadenas de Custodia**